

Treball de Fi de Màster
Enginyeria d'Organització

**Racionalización y optimización de
mecanismos del Grupo Roca**

ANEXOS

Autor:

Alberto Fernández Pérez

Director

Imma Ribas

Convocatoria:

Abril 2015



**Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona**



Sumario

SUMARIO	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ANEXO 1: DATOS SAP 2014	7
ANEXO 2: TABLA MECANISMOS 2014	11
1.1. Mecanismos de alimentación:.....	11
1.2. Mecanismos de descarga:	12
ANEXO 3: PLANTILLA INFORMACIÓN	13
ANEXO 4: MODELO MATEMÁTICO	15
ANEXO 5: OTROS DOCUMENTOS	21

Índice de Tablas

Tabla 1: Datos SAP 2014 _____ 9

Tabla 2: Mecanismos de alimentación por países, proveedores y tipo _____ 11

Tabla 3: Mecanismos de descarga por países, proveedores y tipo _____ 12

Índice de Figuras

Figura 1: Ficha proveedores	14
Figura 2: Función objetivo	15
Figura 3: Núm. de proveedores, áreas de demanda y productos	16
Figura 4: Demanda de mecanismos en las diferentes áreas	16
Figura 5: Coste de transporte	16
Figura 6: Precio de los mecanismos	16
Figura 7: Datos modelo con descuentos	17
Figura 8: Variable binaria x	17
Figura 9: Matriz de comprobación	18
Figura 10: Variable binaria z	18
Figura 11: Restricción	18
Figura 12: Solve	19

ANEXO 1: DATOS SAP 2014

Se adjunta la tabla con los datos obtenidos en SAP de los mecanismos consumidos en el Grupo Roca en el 2014:

Country	Mechanisms manufacturer	Fill / Flush	Number of pieces
Argentina	B	A1	158.000
Argentina	K	A1	100.275
Argentina	J	A1	572.100
Brazil	A	A1	292.050
Brazil	D	A2	171
Brazil	J	A1	546.100
Brazil	J	A2	3.015
Brazil	K	A1	5.412
China	D	A1	28.778
China	E	A1	45.125
China	F	A1	126.865
China	J	A1	39.100
China	K	A1	15.149
China	O	A1	220.014
China	P	A1	25.465
Czech Rep.	E	A1	21.960
Czech Rep.	E	A2	25.284
Czech Rep.	K	A1	27.072
Czech Rep.	K	A2	176.800
Egypt	I	A1	200.460
Egypt	K	A1	376
Egypt	M	A1	140.800
Egypt	N	A1	50.200
Egypt	O	A1	60.298
India	C	A1	1.109.513
India	K	A1	16.600
India	N	A1	160.835
India	N	A2	3.840
Malaysia	J	A1	146.433
Malaysia	K	A1	339
Morocco	K	A1	18.400
Morocco	K	A2	311.000
Poland	E	A1	400.960

Poland	E	A2	348.000
Poland	K	A1	51.800
Poland	K	A2	46.600
Portugal	G	A1	301.490
Portugal	G	A2	200.000
Portugal	K	A1	38.833
Portugal	K	A2	36.742
Russia	G	A1	463.232
Russia	H	A1	446.780
Russia	K	A1	222.912
Russia	L	A1	28.512
Russia	Q	A1	276.200
Spain	D	A1	36.000
Spain	E	A2	309.400
Spain	E	A1	300.000
Spain	K	A1	473.522
Spain	K	A2	669.796
Argentina	B	D1	158.000
Argentina	K	D1	68.400
Argentina	K	D2	36.675
Argentina	J	D1	580.500
Brazil	A	D1	5.970
Brazil	A	D3	283.600
Brazil	E	D3	171
Brazil	J	D1	388.100
Brazil	J	D3	161.015
Brazil	K	D1	5.520
China	E	D1	45.125
China	F	D1	126.865
China	J	D1	39.102
China	K	D1	15.149
China	O	D1	277.424
China	P	D1	25.465
Czech Rep.	E	D1	47.244
Czech Rep.	K	D1	209.520
Egypt	I	D1	200.460
Egypt	K	D1	384
Egypt	M	D1	140.800
Egypt	N	D1	164.675
Egypt	O	D1	60.706
India	C	D1	1.109.513
India	K	D1	16.600

Malaysia	J	D1	59.110
Malaysia	J	D2	62.130
Malaysia	J	D3	25.900
Malaysia	K	D1	340
Morocco	K	D1	329.400
Poland	E	D1	748.960
Poland	K	D1	98.400
Portugal	G	D2	1.490
Portugal	G	D1	500.000
Portugal	K	D1	40.002
Portugal	K	D2	30.983
Russia	G	D1	2.240
Russia	G	D2	460.992
Russia	H	D2	471.500
Russia	K	D1	217.152
Russia	L	D2	28.512
Russia	Q	D2	276.200
Spain	E	D1	608.200
Spain	K	D1	730.477
Spain	K	D2	461.040
Total			18.618.619

Tabla 1: Datos SAP 2014

ANEXO 2: TABLA MECANISMOS 2014

Tablas con todos los datos ordenados por proveedor, país, clase y cantidad.

1.1. Mecanismos de alimentación:

	Argentina		Brazil		China		Czech Rep.		Egypt		India		Malaysia		Morocco		Poland		Portugal		Russia		Spain			
A			292.050	A1																					292.050	A1
																										A2
B	158.000	A1																							158.000	A1
																									-	A2
C											1.109.513	A1													1.109.513	A1
																									-	A2
D					28.778	A1																	36.000	A1	64.778	A1
			171	A2																					171	A2
E					45.125	A1	21.960	A1									400.960	A1					300.000	A1	768.045	A1
							25.284	A2									348.000	A2					309.400	A2	682.684	A2
F					126.865	A1																			126.865	A1
																									-	A2
G																			301.490	A1	463.232	A1			764.722	A1
																			200.000	A2					200.000	A2
H																					446.780	A1			446.780	A1
																									-	A2
I									200.460	A1															200.460	A1
																									-	A2
J	572.100	A1	546.100	A1	39.100	A1							146.433	A1											1.303.733	A1
			3.015	A2																					3.015	A2
K	100.275	A1	5.412	A1	15.149	A1	27.072	A1	376	A1	16.600	A1	339	1A	18.400	A1	51.800	1A	38.833	A1	222.912	A1	473.522	A1	970.690	A1
							176.800	A2							311.000	A2	46.600	2A	36.742	A2			669.796	A2	1.240.938	A2
L																					28.512	A1			28.512	A1
																									-	A2
M									140.800	A1															140.800	A1
																									-	A2
N									50.200	A1	160.835	A1													211.035	A1
											3.840	A2													3.840	A2
O					220.014	A1			60.298	A1															280.312	A1
																									-	A2
P					25.465	A1																			25.465	A1
																									-	A2
Q																					276.200	A1			276.200	1A
																									-	

Tabla 2: Mecanismos de alimentación por países, proveedores y tipo



1.2. Mecanismos de descarga:

	Argentina		Brazil		China		Czech Rep.		Egypt		India		Malaysia		Morocco		Poland		Portugal		Russia		Spain			
A			5.970	D1																					5.970	D1
																									-	D2
			283.600	D3																					283.600	D3
B	158.000	D1																							158.000	D1
																									-	D2
																									-	D3
C											1.109.513	D1													1.109.513	D1
																									-	D2
																									-	D3
D																									-	D1
																									-	D2
																									-	D3
E					45.125	D1	47.244	D1									748.960	D1					608.200	D1	1.449.529	D1
																									-	D2
			171	D3																					171	D3
F					126.865	D1																			126.865	D1
																									-	D2
																									-	D3
G																			500.000	D1	2.240	D1			502.240	D1
																			1.490	D2	460.992	D2			462.482	D2
																									-	D3
H																					471.500	D2			471.500	D2
																									-	D1
																									-	D3
I									200.460	D1															200.460	D1
																									-	D2
																									-	D3
J	580.500	D1	388.100	D1	39.102	D1							59.110	D1											1.066.812	D1
													62.130	D2											62.130	D2
			161.015	D3									25.900	D3											186.915	D3
K	68.400	D1	5.520	D1	15.149	D1	209.520	D1	384	D1	16.600	D1	340	D1	329.400	D1	98.400	D1	40.002	D1	217.152	D1	730.477	D1	1.731.344	D1
	36.675	D2																	30.983	D2			461.040	D2	528.698	D2
																									-	D3
L																					28.512	D2			28.512	D2
																									-	D1
																									-	D3
M									140.800	D1															140.800	D1
																									-	D2
																									-	D3
N									164.675	D1															164.675	D1
																									-	D2
																									-	D3
O					277.424	D1			60.706	D1															338.130	D1
																									-	D2
																									-	D3
P					25.465	D1																			25.465	D1
																									-	D2
																									-	D3
Q																					276.200	D2			276.200	D2
																									-	D1
																									-	D3

Tabla 3: Mecanismos de descarga por países, proveedores y tipo

ANEXO 3: PLANTILLA INFORMACIÓN

A continuación se adjunta la plantilla enviada a los proveedores:

Request for information for potential mechanisms suppliers for the ROCA Group					
<p><i>The information in this questionnaire and the attached documents will be treated confidentially</i> Please complete this form in ENGLISH</p>					
Date					
1. General Information					
Company					
Company Name					
VAT Code					
Vendor code (DUNS)					
Roca supplier code					
Date of establishment					
Street / P.O. Box					
City / town					
Postal Code					
Country					
Web page					
Type of organization					
Holding Name					
Sales offices					
Presence abroad with own branches - Please indicate mechanisms factories					
Contacts					
	Name	Position	Telephone	E-mail	Fax
1					
2					
3					
2. Enterprise activity and clients					
			Total	Technical	Quality
Number of employees (World Wide)					
Main activity					
Sector/s of specialization					
Main national clients					
1					
2					
3					
Main international clients					
1					
2					
3					

Figura 1: Ficha proveedores

ANEXO 4: MODELO MATEMÁTICO

A continuación se explica cómo utilizar el modelo matemático implementado en los archivos Excel.

a) FUNCIÓN OBJETIVO: Las primeras celdas del Excel son las de la función objetivo

FUNCIÓN OBJETIVO	65.311.598,9	[MIN]	29.975.691	16.561.482	18.774.425	0
			PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3	DESCUENTO

Figura 2: Función objetivo

Se puede ver la celda de la función objetivo. Lo que hará es:

$$[MIN]z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p (c_{ij} + e_{ik}) d_{jk} x_{ijk} - \sum_{i=1}^n z_i v_i$$

Si dividimos la función objetivo en dos, la parte del triple sumatorio será la que indicara el dinero gastado en mecanismos y el transporte de estos y la segunda parte (la que resta) es la parte que se ha de incluir si se quieren aplicar descuentos.

En la primera parte de la función (la del triple sumatorio), como en este caso hay 3 posibles proveedores: cuando en esta parte la $n=1$ es lo que se ve en la Figura 2 como ‘PROVEEDOR 1’, con $n=2$ esta ‘PROVEEDOR 2’ y con $n=3$ es el ‘PROVEEDOR 3’. La parte del descuento es el número donde se indica ‘DESCUENTO’.

Por lo tanto lo que se minimiza en la función objetivo es:

Modelo sin descuentos: FO = ‘PROVEEDOR 1’ + ‘PROVEEDOR 2’ + ‘PROVEEDOR 3’

Modelo con descuentos: FO = ‘PROVEEDOR 1’ + ‘PROVEEDOR 2’ + ‘PROVEEDOR 3’ – ‘DESCUENTO’

b) PARÁMETROS

En esta segunda parte del Excel se presentan los parámetros del modelo.

Primero se indica de forma informativa cual es el número de proveedores que se tendrán en cuenta, el número de áreas de demanda y el número de productos:

n	3	número de proveedores	i
m	12	número de áreas de demanda	j
p	5	número de productos	k

Figura 3: Núm. de proveedores, áreas de demanda y productos

Después se presenta la demanda de los 5 tipos diferentes de mecanismos para los 12 países involucrados en el proyecto:

dkj	demanda del área j del producto k											
	Argentina	Brazil	China	Czech Rep.	Egypt	India	Malaysia	Morocco	Poland	Portugal	Russia	Spain
A1	830375	843562	500496	49032	452134	1286948	146772	18400	452760	340323	1437636	809522
A2	0	3186	0	202084	0	3840	0	311000	394600	236742	0	979196
D1	806900	399590	529130	256764	567025	1126113	59450	329400	847360	540002	219392	1338677
D2	36675	0	0	0	0	0	62130	0	0	32473	1237204	461040
D3	0	444786	0	0	0	0	25900	0	0	0	0	0

Figura 4: Demanda de mecanismos en las diferentes áreas

A continuación se presenta el coste de transporte unitario desde las 3 plantas de producción de los proveedores hasta los 12 puntos de consumo:

cij	coste unitario de transporte a 'j' desde la planta 'i'											
	Argentina	Brazil	China	Czech Rep.	Egypt	India	Malaysia	Morocco	Poland	Portugal	Russia	Spain
c1j	0,624	0,036	0,336	0,336	1,244	0,517	0,917	0,331	0,336	0,329	0,614	0,336
c2j	0,810	0,852	0,036	0,343	1,132	0,317	0,711	0,317	0,358	0,307	0,457	0,307
c3j	0,880	0,835	0,446	0,121	0,709	0,440	0,883	0,050	0,121	0,014	0,599	0,014

Figura 5: Coste de transporte

Después están los costes de los 5 tipos de mecanismos para los 3 distintos proveedores:

eki	coste de producción unitario en la planta i del producto k				
	A1	A2	D1	D2	D3
A	2,62	2,45	3,78	3,22	2,58
J	2,82	2,48	3,84	3,24	2,67
K	2,93	2,75	4,07	3,57	2,79

Figura 6: Precio de los mecanismos

También se han añadido una serie de matrices para facilitar la aplicación del programa, las cuales no se han de modificar.

Por último están los datos relacionados con posibles descuentos por llegar a una cierta facturación (estos recuadros solo se utilizan en la versión con descuentos):

b_i	Valor de facturación a partir del cual se obtienen el descuento por volumen		
	b1	b2	b3
v_i	descuento que se realiza a la facturación si se llega a B _i		
	v1	v2	v3
a_i	Volumen de comprar al proveedor i		
	a1	a2	a3
	26363554	15139683	17991643

Figura 7: Datos modelo con descuentos

El b_i y el v_i serían los datos que se tendrían después de negociar con los proveedores estos posibles descuentos. Los datos a_i es la suma del dinero que se le pagaría a cada uno de los 3 proveedores, estas casillas se calculan solas mediante una fórmula.

c) VARIABLES

En este apartado encontraremos las variables del modelo. Primero encontramos la “x” que nos indican si la demanda se cubre o no y porque proveedor:

x_{ikj}	toma valor 1 si toda la demanda del área ‘i’ del producto ‘k’ se sirve desde ‘j’ y 0 en caso contrario											
	i=1											
	Argentina	Brazil	China	Czech Rep.	Egypt	India	Malaysia	Morocco	Poland	Portugal	Russia	Spain
x11j	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
x12j	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
x13j	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
x14j	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
x15j	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	i=2											
	Argentina	Brazil	China	Czech Rep.	Egypt	India	Malaysia	Morocco	Poland	Portugal	Russia	Spain
x21j	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
x22j	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
x23j	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
x24j	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
x25j	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	i=3											
	Argentina	Brazil	China	Czech Rep.	Egypt	India	Malaysia	Morocco	Poland	Portugal	Russia	Spain
x31j	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
x32j	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
x33j	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
x34j	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
x35j	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1

Figura 8: Variable binaria x

En la Figura 8 se ve el valor de las “x” para cada uno de los 3 proveedores. Para poder aplicar la restricción de que todas las demandas han de ser cubiertas se añade la siguiente matriz, que es una suma de las 3 matrices anteriores:

comprobación												
	Argentina	Brazil	China	Czech Rep.	Egypt	India	Malaysia	Morocco	Poland	Portugal	Russia	Spain
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 9: Matriz de comprobación

Por último en este apartado encontramos las “z”, que es la variable binaria que nos indicara si se aplican descuentos de alguno de los 3 proveedores (estos recuadros solo se utilizan en la versión con descuentos):

zi toma valor 1 si se hace el descuento y 0 si no se hace			
z1	z2	z3	
0	0	0	

Figura 10: Variable binaria z

d) OTROS

Finalmente encontramos (estos recuadros solo se utilizan en la versión con descuentos):

Restricción			
	1	2	3
	6363554	0	0

Figura 11: Restricción

Son unas celdas que nos ayudaran a aplicar la restricción asociada a la aplicación de descuentos.

e) SOLVE

Finalmente con la herramienta SOLVE, que se encuentra en la pestaña de DATOS, se resuelve el problema:

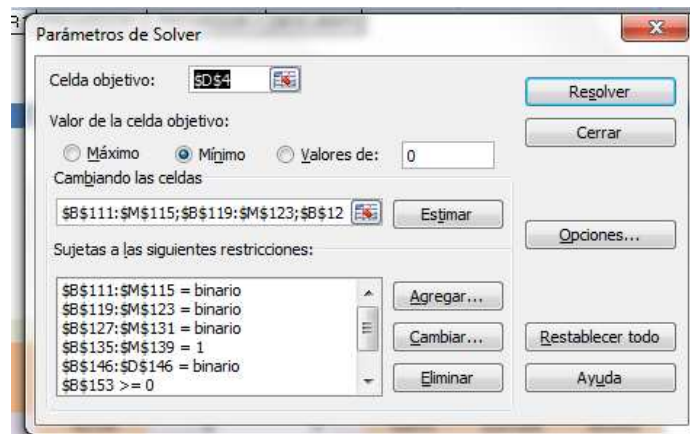


Figura 12: Solve

Aquí se indica cual es la celda objetivo, si se quiere maximizar o minimizar esta celda, cuales son las celdas cambiantes (variables) y cuáles son las restricciones del modelo.

ANEXO 5: OTROS DOCUMENTOS

También se adjuntan en formato Excel los siguientes documentos en el CD entregado:

- a) "Modelo matemático (sin descuentos)"
- b) "Modelo matemático (con descuentos)"
- c) "Mecanismos Grupo Roca 2014 (SAP)"
- d) "Supplier information template"
- e) "PVA"
- f) "Diagrama de Gantt"